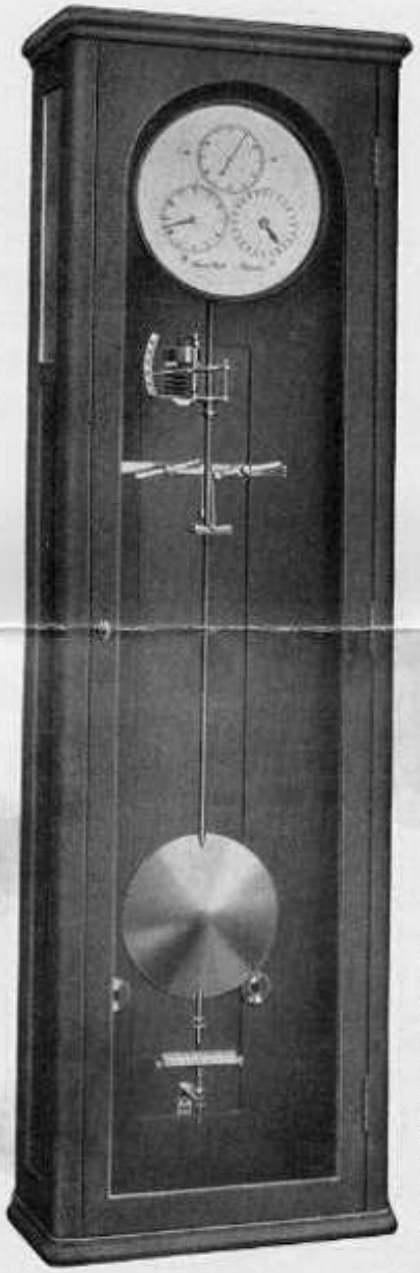
CLEMENS RIEFLER

FABRIK MATHEMATISCHER INSTRUMENTE

NESSELWANG U. MÜNCHEN

BAYERN



Type A 3

Sekunden-Pendel-Uhr mit Schwerkrafthemmung

D.R.P. Nr. 272119

Mittlere tägliche Gangvariation ± 0,05 — 0,08 S

PRÄZISIONS-SEKUNDEN-PENDELUHREN

PALERMO - OSSERVATORIO ASTRONOMICO

Type A3

Präzisions - Sekundenpendeluhr

in staubdichtem Holzgehäuse

mit freier Schwerkrafthemmung D.R.P. Nr. 272119
„ Nickelstahl-Kompensationspendel Type K, D.R.P. Nr. 100870
„ elektrischem Aufzug D.R.P. Nr. 151710
„ intermittierendem Sekundenkontakt mit Markierung der Sekunde „0"
„ mechanischer Einstellvorrichtung zur Korrektion des Uhrstandes
„ 3 Trockenelementen und Schieberrheostat für elektrischen Aufzug
„ Schwingungsmaß, 1 Satz Zulagegewichte sowie Zubehörteile.

Sondereinrichtungen:

Elektrischer intermittierender Sekundenkontakt (für Relais usw.)
„ Einsekundenkontakt
„ Zweisekundenkontakt
„ Pendelkontakt
„ Sekundenkontakt für Polwechsel zum Betriebe von Sekundenspringern
„ Kontakt für Polwechsel zum Betriebe von Halbminuten- und Minutenspringern
„ Minutenkontakt und Stundenkontakt zur Auslösung von Signalen usw.

Luftdruck-Kompensationseinrichtung für das Pendel.

Ausrüstung der Type A3 mit dem Pendel Type J, welches einen Kompensationsfehler von $< \pm 0{,}005$ s per 1° C besitzt, an Stelle des Pendels Type K, dessen Kompensationsfehler $\leq \pm 0{,}02$ s pro 1° C beträgt.

Präzisions-Sekundenpendeluhr mit Schwerkrafthemmung

D.R.P. Nr. 272119

Meine Präzisions-Pendeluhren, welche bekanntlich freie Federkrafthemmung (D.R.P. Nr. 50739) besitzen und von welchen seit ihrer Einführung einige hundert Stück an die verschiedenen Sternwarten, wissenschaftlichen Institute, Marinestationen, Zentral-Uhrenanlagen usw. in der ganzen Welt geliefert worden sind, haben vorzügliche Gangresultate aufgewiesen, was aus zahlreichen, im Laufe der Jahre erschienenen Berichten und wissenschaftlichen Abhandlungen hervorgeht. Es haben sich jedoch ganz vereinzelnte Fälle gezeigt, in welchen die Uhren die gestellten Anforderungen nicht erfüllten, trotzdem diese in meinem Laboratorium nicht nur Monate, sondern oft Jahre hindurch einen vorzüglichen Gang aufgewiesen hatten. Eingehende Untersuchungen haben ergeben, daß die Uhren, abgesehen von einer in manchen Fällen nicht ganz einwandfreien und fachgemäßen Behandlung, in Räumen Aufstellung fanden, welche häufig großen Erschütterungen ausgesetzt waren, welchen die Federkrafthemmung mit ihrer äußerst empfindlichen Pendelfeder und ihrem feinen Umschaltmechanismus nicht Stand hielt.

Der Gedanke, auch für solche ungünstige Umstände eine erstklassige gute Präzisions-Pendeluhr zu schaffen, führte nun zu umfangreichen, Jahre hindurch dauernden Versuchen und schließlich zur Konstruktion einer neuen Hemmung, bezeichnet mit

„Freie Schwerkrafthemmung mit Pendelschwingung um eine Schneidenachse"

D.R.P. Nr. 272119

Die Schwerkrafthemmung, bei welcher das Pendel um 2 Schneiden schwingt und die Pendelfeder vollkommen fehlt, zeichnet sich gegenüber der Federkrafthemmung durch einfacheren Mechanismus, geringere Empfindlichkeit gegenüber äußeren Einflüssen und größere Stabilität aus.

Eine Uhr mit Schwerkrafthemmung kommt daher bei Sternwarten, wissenschaftlichen Instituten usw. überall dort in Frage, wo die Voraussetzungen bezüglich des Aufstellungsortes für Uhren mit Federkrafthemmung nicht gegeben sind, beispielsweise ganz speziell auch für Erdschweremessungen auf freiem Felde.

Ein Hauptverwendungsgebiet der Uhr mit Schwerkrafthemmung liegt jedoch bei denjenigen Interessenten, welche genaueste Zeit täglich geschäftlich benötigen, und daher auch wohl in erster Linie bei den Uhrmachern, welche einerseits für die Regulierung ihrer verschiedenen Uhren unbedingt eine erstklassige Präzisions-Pendeluhr benötigen, anderseits jedoch in der Regel nicht über einen vollkommen erschütterungsfreien Aufstellungsort verfügen. Ganz abgesehen von dem praktischen Wert stellt diese Präzisions-Pendeluhr, welche in einem eleganten Holzkasten untergebracht ist, bei nicht allzu hohen Anschaffungskosten auch ein Schmuck- und Wertstück in jedem Raume dar.

Das mit Schwerkrafthemmung ausgerüstete Uhrwerk ist erstklassig ausgeführt. Das Pendel schwingt um eine Schneidenachse, bestehend aus 2 Schneiden, welche im Pendelträger gefaßt sind und mittels des durch den Pendelträger durchgeführten

Pendelzapfen gewissermaßen starr mit dem Pendel verbunden sind, sodaß die Pendelfeder ganz in Wegfall kommt. Der Antrieb des Pendels erfolgt durch das Eigengewicht zweier voneinander unabhängigen Gewichtshebel, deren Schwingungsebene mit jener des Pendels parallel ist und deren Drehachsen mit der verlängerten Schwingungsachse des Pendels zusammenfallen. Die beiden Gewichtshebel wirken direkt auf das Pendel und besitzen am untern Ende vorn je eine Palette, welche in ähnlicher Weise wie bei andern Pendeluhren in das Ruhe- bezw. Hebungsrad eingreifen, welch letzteres den für den Antrieb erforderlichen Hub der Gewichtshebel bewerkstelligt. Die Justierung und Arretierung der beiden vorerwähnten Schneiden des Pendelträgers, welche auf ebenen Lagersteinen aufliegen, erfolgt in ähnlicher Weise wie beim Echappement meiner Federkrafthemmung.

Eine ausführliche Beschreibung meiner Schwerkrafthemmung ist enthalten in der Broschüre „Freie Schwerkrafthemmung mit Schwingung um eine Schneidenachse".

Bei der Ausführung des Zifferblattes ist von der allgemein gebräuchlichen Form abgewichen worden, insofern dasselbe 3 einzelne Kreise aufweist, welche symetrisch nebeneinander liegen. Diese Anordnung hat den Vorteil einer größeren Übersichtlichkeit des Zifferblattes und dadurch schnelleren Ablesung, da der Sekunden- und Stundenzeiger durch den Minutenzeiger bei gewissen Stellungen nicht überdeckt werden können.

Als Pendel ist in die Uhr eingebaut mein bekanntes Nickelstahlpendel II. Qualität Type K, dessen Höchst-Temperatur-Kompensationsfehler ± 0.02 Sekunden pro 1° Celsius beträgt.

Um die Verwendungsmöglichkeit der Uhr zu erweitern, besitzt dieselbe einen intermittierenden Sekundenkontakt, welcher sowohl zur chronographischen Vergleichung bei Zeitbestimmungen als auch insbesondere zur Uebertragung von Sekundensignalen nach einem andern Raume unter Verwendung eines Sekundenklopfers dient, beispielsweise zur Vergleichung der drahtlosen Zeitsignale oder auch zur Weitergabe der Sekundenschläge durchs Telephon an Interessenten der genauen Zeit. Das Kontaktrad besitzt 30 bezw. 29 Zähne und arbeitet in der Weise, daß der Stromkreis jeweils eine Sekunde lang geschlossen und die nächste Sekunde unterbrochen ist. Zur Markierung der Sekunde 0, also des Minutenbeginnes, setzt das Signal aus, was dadurch erreicht ist, daß auf dem Kontaktrad der 30. Zahn herausgenommen ist.

Zur raschen Beseitigung von größeren Abweichungen des Uhrstandes von der Normalzeit ist weiterhin in die Uhr eine mechanische Einstell-Vorrichtung eingebaut. Diese den Uhrstand korrigierende Vorrichtung besteht in der Hauptsache aus zwei Hebeln, von welchen der eine rechts und der andere links vom Pendel, drehbar auf zwei an der Rückwand des Kasten befestigten Achsen, angebracht ist. Jeder Hebel trägt an einem Seidenfaden ein etwa 2 Gramm schweres Zulagegewicht, von welchem das eine in normalem Zustande frei schwebt, während das andere auf dem Pendelteller aufliegt. Der Pendelteller ist 49,7 cm unterhalb der Schwingungsachse des Pendels angebracht und hat außerdem auch die sonstigen Zulagegewichte aufzunehmen, welche von vornherein bei der Einregulierung des Pendels auf die richtige Schwingungszeit des Ortes aufgelegt werden und hauptsächlich die feine Korrektion des täglichen Uhrganges bewerkstelligen.

Das Zulagegewicht des links vom Pendel befindlichen Hebels schwebt für gewöhnlich frei über dem Teller, während das Zulagegewicht des rechten Hebels in der Regel aufliegt. Wird nun der linke Hebel nach unten gedreht, so wird das Zulagegewicht auf den Teller aufgelegt. Dadurch wird der Schwerpunkt des Pendels ein wenig nach oben gerückt, wodurch eine Beschleunigung der Pendelschwingung eintritt. Diese Acceleration ist so groß, daß die Uhr in 6 Minuten um 0.02 Sekun-

den, also in einer Stunde um 0.2 und in 24 Stunden um 4.8 Sekunden voreilt. Ist die gewünschte Korrektion des Uhrstandes gegenüber der Normalzeit erreicht, so wird das Gewicht wieder abgehoben durch Zurückdrehen des linken Hebels. Für die Verzögerung der Pendelschwingung (also Retardation oder Zurückbleiben der Uhr) dient das Zulagegewicht des rechten Hebels, welches für gewöhnlich auf dem Pendelteller aufliegt. Durch Abheben dieses Gewichtes tritt eine Verzögerung der Pendelschwingung ein. Nach erreichter Korrektion des Uhrstandes wird dieses Gewicht wieder auf den Pendelteller aufgelegt. Durch die besondere Form des Gewichtes und der Auflagefläche kommt das Gewichtchen stets wieder in die gleiche Lage wie früher, was ebenfalls von Wichtigkeit ist. Der Faden, an welchem die beiden Zulagegewichte hängen, muß stets beim Liegen derselben auf dem Teller genügende Länge haben, damit die Pendelschwingung nicht beeinflußt wird.

Für den Antrieb der Uhr mit Schwerkrafthemmung ist wie bei meinen übrigen Uhren der elektrische Aufzug vorgesehen, welcher sich seit seiner Einführung vor mehr als 25 Jahren bestens bewährt hat. Er bedarf keinerlei Wartung, außer der gelegentlichen, alle 1 bis 2 Jahre nötigen Reinigung der Kontaktfläche mittels einer kleinen Feile. Der Stromverbrauch ist äußerst gering (53 Milliampère), zum Betriebe genügt ein 4 Volt Element. Lediglich alle Monate soll das Aufzugsintervall (30 bis 36 Sekunden) kontrolliert werden und nötigenfalls mittels des mitgelieferten Schieber-Rheostaten reguliert werden.

Der elektrische Aufzug der Uhr hat gegenüber dem gewöhnlichen Gewichtsaufzug den Vorteil, daß der Pendelantrieb wesentlich gleichmäßiger ist, weil die Kraftübertragung hier nicht durch so große Radübersetzungen schädlich beeinflußt wird wie dort. Ein weiterer Vorzug liegt darin, daß die Uhr bei dem automatisch vor sich gehenden Aufziehen weder Erschütterungen, welche stets von Nachteil auf den Gang der Uhr sind, noch anderen zufälligen Störungen ausgesetzt ist. Das etwa 1½ bis 2 Kilo schwere Zuggewicht der Uhren mit gewöhnlichem Gewichtsaufzug ist bei dem elektrischen Aufzug (D.R.P. Nr. 151710) durch einen etwa 10 Gramm schweren Gewichtshebel ersetzt, welcher die Uhr treibt. Die Kraftübersetzung von der Kraftquelle (Gewichtshebel) bis zum Gangrad ist nur eine 7½fache gegenüber der 900fachen des gewöhnlichen Aufzuges.

Jedoch können die Uhren auf besonderen Wunsch mit Gewichtsaufzug ausgestattet werden, wenn die obwaltenden Umstände die Wartung des elektrischen Aufzuges nicht zulassen sollten.

Außer der bereits oben ausgeführten Sekundenkontakteinrichtung und mechanischen Einstellvorrichtung können die Uhren mit Schwerkrafthemmung auch noch mit nachfolgenden Sondervorrichtungen ausgeführt werden:

An Stelle des Pendels Type K kann das Pendel Type J in die Uhr eingebaut werden, wenn auf eine größere Genauigkeit der Kompensationseinrichtung besonders Wert gelegt wird und das Pendel besonders großen Temperaturschwankungen unterworfen ist. Der garantierte etwa noch vorhandene Höchst-Kompensationsfehler des Pendels Type J beträgt $\pm$ 0.005 Sekunden pro 1° Celsius.

An Stelle des vorgesehenen intermittierenden Sekundenkontaktes kann die Uhr auch mit Einsekunden- oder Zweisekundenkontakt oder mit zwei solchen Kontakten versehen werden.

Wenn für besondere Zwecke (z. B. Erdschweremessungen) die Genauigkeit von Radkontakten nicht mehr hinreichend ist, empfiehlt sich der Einbau eines Pendelkontaktes, welcher die Sekundenzeichen auf einige tausendstel Sekunden genau gibt.

Desgleichen können auch Minuten- und Stundenkontakte nach besonderen Angaben eingebaut werden, wenn die Abgabe von Signalen (Betätigung von Läutwerken usw.) in Frage kommt.

Sollen von der Uhr aus elektrische Nebenuhren (also Sekundenspringer, Halbminuten- oder Minutenspringer, Straßenuhren) betrieben werden, so ist der Einbau eines elektrischen Polwechsel-Kontaktes erforderlich. An denselben kann ohne weiteres der Anschluß der Nebenuhren direkt erfolgen.

Beim Anschluß von Sekundenspringern empfiehlt sich die Zwischenschaltung eines Polwechsel-Relais, welches hinwiederum durch einen im Uhrwerk befindlichen entsprechenden Kontakt betrieben wird. Eventuell kann hiefür der bereits normalerweise eingebaute intermittierende Sekundenkontakt verwendet werden, allerdings unter Verwendung eines Kontaktrades mit 30 Zähnen. Die Anzahl der anzuschließenden Nebenuhren kann beliebig groß sein.

Empfehlenswert ist auch die Anbringung einer Luftdruck-Kompensations-Einrichtung. Die Schwingungsdauer des Pendels in freier Luft und somit der tägliche Gang der Uhr ist bekanntlich auch abhängig von den Variationen des atmosphärischen Luftdruckes. Nimmt der Luftdruck zu, so schwingt das Pendel langsamer und umgekehrt. Der in Sekunden ausgedrückte Betrag, um welchen die Uhr täglich zurückbleibt, wenn beispielsweise der Luftdruck um 1 mm steigt, wird die Luftdruckkonstante des Pendels genannt. Die Größe dieses Wertes ist ganz erheblich und von großem Einfluß auf den täglichen Gang der Uhr. Die Luftdruckkonstante des Pendels J und K beträgt 0,012 Sekunden täglich pro 1 mm Luftdruckänderung.

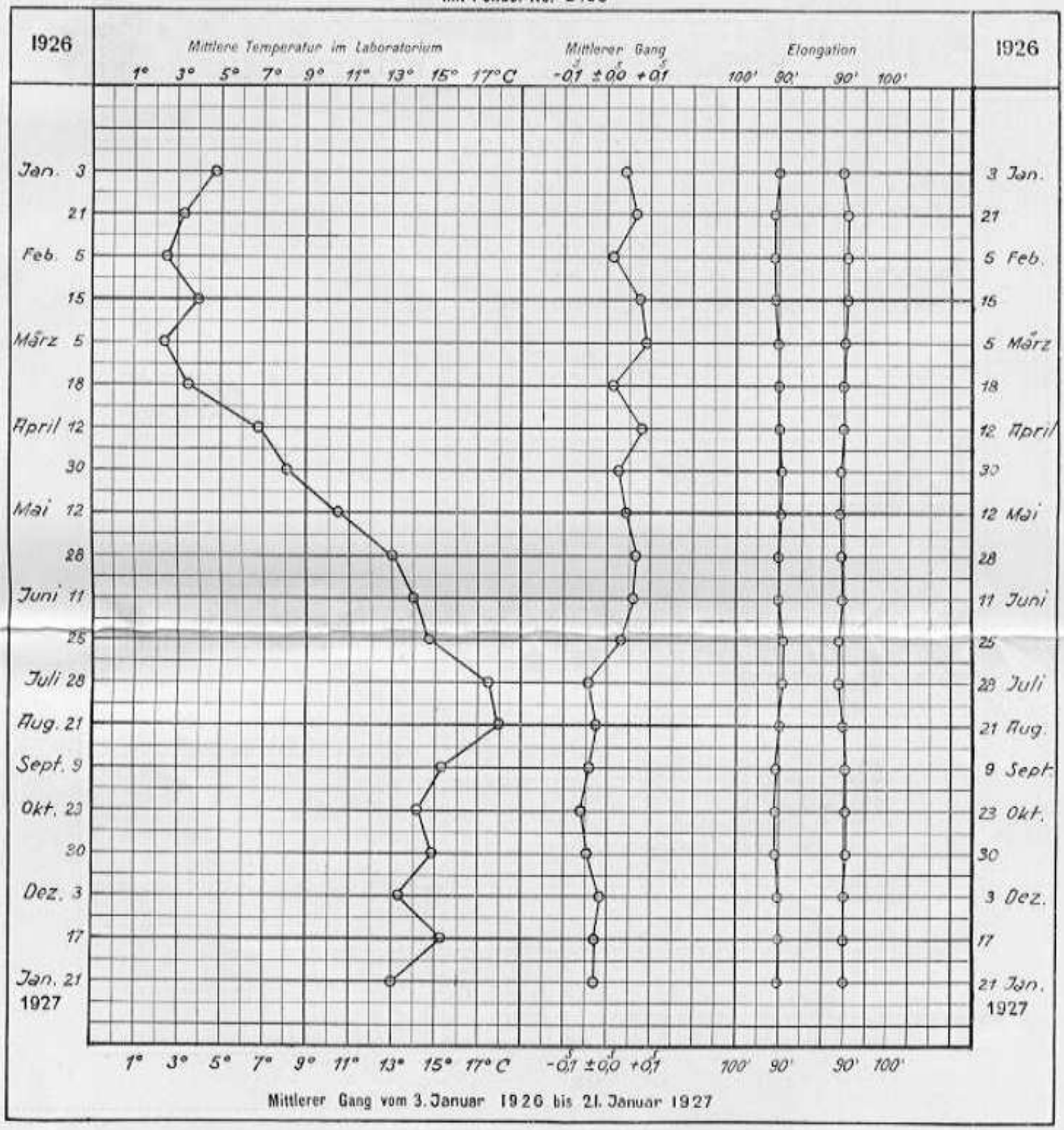
Nachdem nun ganz erhebliche und einerseits lang anhaltende, anderseits plötzliche Luftdruckabweichungen vom mittleren Normaldruck des betreffenden Ortes eintreten können, so kann schon die durch den Luftdruck allein verursachte Änderung des täglichen Ganges der Uhr zu einer Differenz zwischen Uhrstand und richtiger Zeit anwachsen, welche eine Normaluhr nicht mehr aufweisen darf. Es ist nun zwar ohne weiteres möglich, da die Luftdruckkonstante des Pendels bekannt ist, die täglichen Uhrgänge und somit auch den tatsächlichen Uhrstand rechnerisch jeweils vom Einfluß des Luftdruckes zu befreien, indem diese Uhrgänge auf den mittleren Barometerstand des Aufstellungsortes der Uhr reduziert werden. Um einen genauen mittleren Wert der etwaigen Luftdruckänderung und dadurch auch der Uhrkorrektion zu erhalten, ist es jedoch notwendig, den Barometerstand öfters täglich abzulesen. Da nun der jeweilige Uhrstand auf Grund der rechnerisch ermittelten Korrektion auf normale Zeit wiederum einzuregulieren ist, wenn auf eine möglichst genaue Übereinstimmung des Uhrstandes mit der Normalzeit besonders Wert gelegt wird — was in der Praxis stets der Fall sein wird bei Uhren mit Normalzeit — so erfordert einerseits diese Arbeit einen gewissen täglichen Aufwand von Zeit, anderseits beeinflußt diese unter Umständen häufige Einstellung auf richtige Zeit an und für sich den absoluten täglichen Uhrgang ungünstig. Da nun die Luftdruck-Kompensations-Einrichtung den Einfluß jeder auftretenden Luftdruckänderung auf den Uhrgang automatisch sofort ausgleicht (und infolgedessen der tägliche Gang der Uhr nicht im geringsten beinflußt wird), so ist die Anbringung einer Luftdruck-Kompensations-Einrichtung stets erforderlich, wenn auf eine ganz besonders genaue Einhaltung der Normalzeit und auf einen gleichmäßigen täglichen Gang der Uhr besonders Wert gelegt wird.

Die Luftdruck-Kompensations-Einrichtung des Pendels besteht aus einem etwa in 1/4 der Pendellänge unterhalb der Schwingungsachse angebrachten Dosen-Aneroid, dessen oberste Dose mit einem Gewichtskörper belastet ist, welcher, den Bewegungen des atmosphärischen Luftdruckes folgend, bald gehoben, bald gesenkt wird. Nimmt beispielsweise der Luftdruck zu, so werden die Aneroiddosen zusammengedrückt, der Gewichtskörper sinkt etwas tiefer herab und erteilt dadurch dem Pendel eine Beschleunigung, welche ebenso groß ist als die Verzögerung, welche das Pendel infolge der durch die Luftdruckänderung hervorgerufenen Luftverdichtung erfährt.

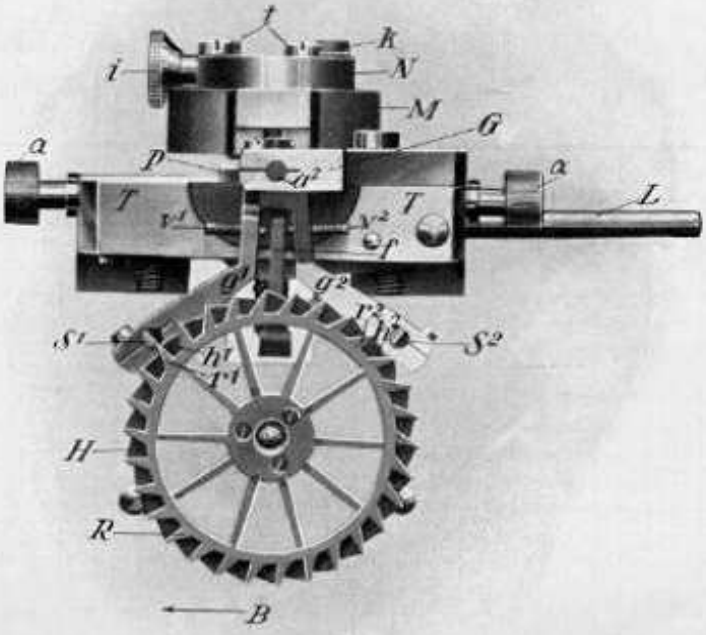
Die beigefügte graphische Gangtabelle stellt das Prüfungsergebnis einer Sekundenpendeluhr mit Schwerkrafthemmung dar.

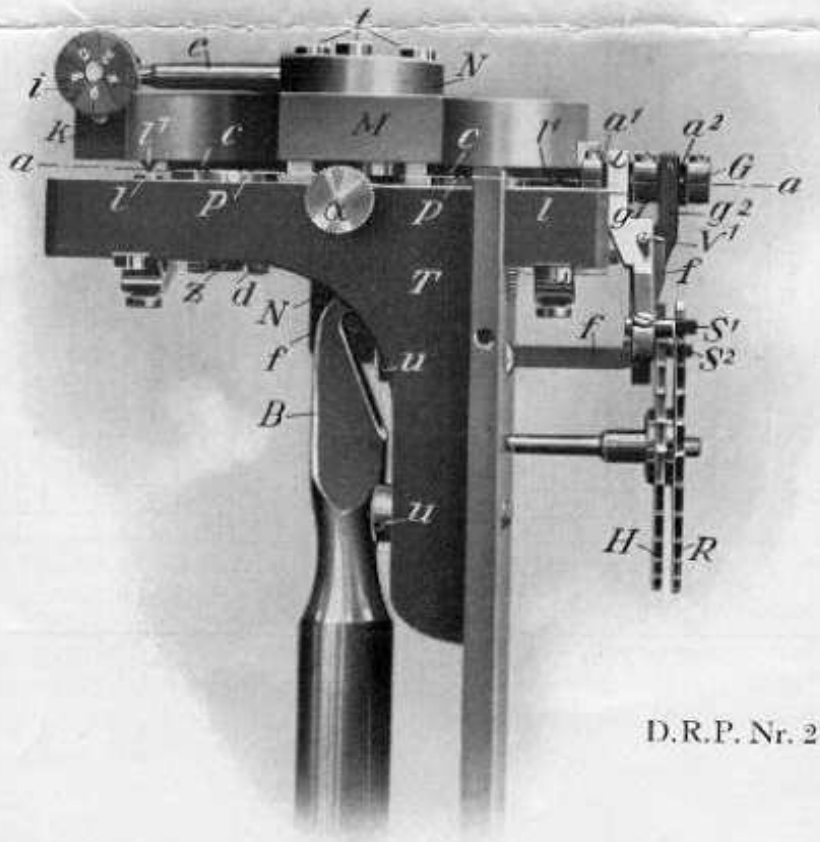
Graphische Darstellung des mittleren Ganges der Uhr No. 501 (Schwerkrafthemmung)

mit Pendel No. 2499



Mittlerer Gang vom 3. Januar 1926 bis 21. Januar 1927





D.R.P. Nr. 272119

OSSERVATORIO ASTRONOMICO PALERMO
inv. n. 13564/BAoA